LOS BALSONES DE TABASCO: ECOSISTEMAS ACUÁTICOS INEXPLORADOS.

Jaime Javier Osorio Sánchez, Leticia Brambilla Hernández, Miriam del Socorro Bote Sánchez, Juan Antonio Magaña García, Raúl López Pérez, José Antonio Acosta Montejo y Martín Vadillo Cruz.
División Académica de Ciencias Biológicas,
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Ososanc@hotmail.com

Introducción

Los últimos avances en ecología han permitido desentrañar muchas interrogantes acerca de la dinámica de ecosistemas que hasta hace unas décadas eran completamente ignoradas. De esta manera, hoy se tiene abundante información sobre ecosistemas tales como las fosas volcánicas marinas, las cavernas cársticas y los riscos con vegetación arbórea. Algunos de esos ecosistemas han estado siempre a la vista del hombre, e inclusive han sido explotados extensamente sin que se conociera su alto valor ecológico, hasta que los científicos estudiaron sus características. Tal es el caso de los riscos y de las lagunas periféricas.

Aunque se encuentran en muchas partes del mundo, las paredes verticales de cerros y montañas (denominados riscos o acantilados) han servido como refugios naturales para una gran cantidad de seres vivos, entre los cuales muchos son endémicos (Larson *et al*., 1999). Las lagunas periféricas (cuerpos de agua adyacentes a ríos que les han dado origen por abandono del cauce original) habían pasado desapercibidas para los ecólogos hasta años recientes. En Estados Unidos, un grupo de investigadores encabezados por el Dr. Kirk O. Winemiller, encontró que muchas lagunas periféricas de Texas (EU), que en ese país se conocen como *oxbow lakes*, son cuerpos de agua altamente productivos y con una gran diversidad de especies (Phillips, 1996; Winemiller *et al*., 2000). Estos ecosistemas acuáticos conocidos en Tabasco como *balsones* (Santamaría, 1921; 1978), son abundantes en planicies de diferentes lugares del mundo, formando parte de un patrón fisiográfico caracterizado por: 1) su origen fluvial; 2) su morfología típica, consistente en una forma curveada, alargada y de perfil cóncavo; 3) su rasgo de ecosistema de transición de ambiente lótico a ambiente léntico y, 4) los patrones generales de vegetación riparia, además, las características particulares hidrológicas, morfométricas y bióticas de estas lagunas periféricas o balsones pueden variar de un sitio a otro, dependiendo de la latitud, altitud, clima y suelo.

En el estado de Tabasco, el territorio está conformado en un 35 % por llanos fluviales del Reciente y en casi un 34 % por terrazas fluviales del Pleistoceno (West *et al*., 1985), de los cuales una parte importante son áreas de inundación. En estos, se presenta una gran cantidad de estos ecosistemas de origen fluvial. Estos reservorios lacustres son refugio de una biota variada que sólo recientemente ha llamado la atención de los investigadores.

A principios del año 2002, un grupo de investigadores y estudiantes de ecología de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, emprendimos el estudio de estos ecosistemas tan abundantes en la entidad. El cuerpo de agua elegido inicialmente para la serie de estudios fue una laguna localizada en el área suroccidental del municipio de Macuspana, cuyo nombre es precisamente el del término genérico que se aplica en Tabasco a estos cuerpos de agua: El Balsón. Dicha localidad fue considerada para una primera fase del estudio debido a que es un cuerpo de agua poco impactado por asentamientos humanos actuales importantes, a diferencia de lo que ha ocurrido con otras lagunas periféricas tabasqueñas, como la denominada El Camarón, en cuyas cercanías se ha ido desarrollando parte del área suburbana de la ciudad de Villahermosa, con el consecuente impacto ambiental por contaminación y alteración de la cuenca.

Los balsones como ecosistemas

Sin duda la característica más importante, desde el punto de vista de la estructura y la dinámica de los balsones, es que son un sistema transicional, que representa una etapa entre un río y una laguna, que a

pesar de mantener algunos rasgos del río que le dio origen, paulatinamente va adquiriendo otros atributos geomórficos, hídricos y bióticos que lo diferenciarán del ecosistema paterno. Por otra parte, un balsón, aunque es un tipo de ambiente léntico al final de su evolución, mantendrá una fisonomía propia, con aporte del sistema paterno y adquisición de rasgos lacustres.

A diferencia de otros ecosistemas, el origen de un balsón está determinado por un momento definido de la evolución de un río. Aunque el cambio de cauce (ocasionado por una inundación a consecuencia de precipitaciones abundantes y por la fragilidad del suelo de la cuenca) puede ocurrir en un período relativamente corto, debe tenerse presente que la laguna que se forma seguirá manteniendo una relación hidrológica con el río que le dio origen, en los años inmediatos posteriores a la separación. Sin embargo, con el paso del tiempo, una transformación definitiva habrá de ocurrir en la laguna formada (Joo y Ward, 1990). Lo anteriormente señalado, debe sustentarse en la comprobación científica de la naturaleza pre y post-lacustre. Entre los parámetros que indican la caracterización típica de estos ecosistemas se encuentran: 1) geomorfología: morfología fluvio-lacustre; 2) hidrología: existencia/ intensidad de caudal a lo largo del tiempo y 3) biología: especies indicadoras de corrientes/ aguas lénticas:

La serie de cambios que se concatenan en la evolución de un balsón o laguna periférica, pueden ser mejor entendidos si se analizan desde los puntos de vista siguientes:

Génesis

La génesis de los balsones está directamente relacionada con los procesos geomórficos e hídricos que participan en la dinámica fluvial, especialmente aquellos relacionados con cambios en los meandros de los ríos jóvenes (Leopold y Langbein, 1966). Esto debe resaltarse de manera determinante en cualquier estudio de estos ecosistemas, pues todos ellos se caracterizan por su morfología alargada y curveada, siempre asociada a meandros.

En las planicies donde los suelos son de consistencia frágil (limosa o arenosa), los cambios pluviales que tienen lugar a lo largo del año determinan el régimen de avenidas y crecientes que pueden ocasionar rupturas en los meandros, donde la erosión por la corriente se distribuye más heterogéneamente que en los tramos rectilíneos. En temporadas en las que la precipitación se presenta con mayor intensidad y constancia, las riberas de los ríos pueden ser vencidas por fuertes corrientes que logran romper los diques naturales y desviar el cauce por una zona próxima más baja. Esto ocurre con mayor frecuencia en los puntos donde un meandro se ha ido cerrando sobre sí mismo, de manera que el estrangulamiento en la porción angosta del lazo formado por el río hace más probable el rompimiento en dicho punto. Puede decirse que el nacimiento de un balsón estaría determinado por el momento en que el caudal principal del río se desvía por otra ruta que no es la de la futura laguna.

La relación hidrológica no se rompe tan drásticamente como pudiera pensarse, pues generalmente se mantiene un cauce menor o periódicas inundaciones que continúan poniendo en contacto ambos ecosistemas (Joo y Ward, 1990). Con el tiempo, una serie de cambios se presenta en el tramo del río abandonado, entre los que el más importante es la disminución de la corriente que caracteriza a toda corriente fluvial. Con ello aumenta la sedimentación, que a la vez hace disminuir la turbidez, lo cual tiene un significado ecológico al permitir el paso de la luz a mayor profundidad, una distribución más homogénea y profunda de la energía térmica, un relativo empobrecimiento de nutrientes cerca de la superficie y un enriquecimiento de las partes profundas del nuevo ambiente acuático. Todos estos cambios representan la formación de nuevos microhábitats para los seres vivos que irán colonizando el cuerpo de agua, pero también pueden significar la extinción de parte de aquella biota propia del río paterno (Bonetto *et al.*, 1984)

GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología de un balsón también está relacionada estrechamente con la dinámica fluvial meándrica, pues la forma elongada, curveada y estrecha, con perfil cóncavo, es un rasgo heredado del río que le dio origen. Sin embargo, con el paso del tiempo estas características morfológicas se transforman, debido a la transición de ambiente lótico a ambiente léntico. El proceso de pantanización, que parece ser obligado en la etapa senil de estos cuerpos de agua, a diferencia de otros tipos de lagunas, sigue una dirección determinada por el eje longitudinal del sistema (a menos que otros factores extrínsecos, como son el azolvamiento de origen antrópico o accidentes tectónicos que actúen de manera

pronunciada) (Joo y Ward, 1990). Las riberas de un balsón, al igual que en un río, se encuentran ubicadas paralelamente, lo cual no sólo define la tasa de azolvamiento, sino que puede ser un indicador cualitativo de la juventud o senilidad de dicho ambiente, pues con el tiempo tiende a perderse la forma característica fluvial.

Otra característica evidente en la gran mayoría de los balsones es el cambio que experimenta el nivel del agua a lo largo del tiempo, generalmente porque el cuerpo principal de la nueva laguna continúa manteniendo canales o caños de comunicación que en temporadas de lluvia se anegan y llevan sus aguas hacia el balsón, o bien las desaguan desde el cuerpo acuático principal. Ese aumento de nivel en temporadas húmedas se expresa en pronunciadas modificaciones del área y el volumen de la laguna. A este respecto, las modalidades que se pueden presentar son:

1) **Cauces profundos y angostos**.- Es un tipo de balsones formados por ríos jóvenes cuya cubeta es estrecha y profunda, que al aumentar el nivel del agua no ocasiona cambios demasiado grandes de área superficial y de volumen.

2) **Cauces someros y anchos**.- En este tipo de cubetas, el área y el volumen aumentan notablemente en temporadas de inundación debido a que los balsones han sido originados por ríos viejos que eran anchos y de poca profundidad, pero que extienden hacia los lados sus márgenes inundables.

En cualquiera de los dos casos, la biota acuática debe adaptarse a drásticos cambios de nivel del agua y consecuentemente a los cambios de área y de volumen. Por otra parte, los cambios geomórficos en la cubeta también tienen repercusiones termodinámicas, mecánicas y químicas que afectan las características hidrológicas y la dinámica de las comunidades. Por ejemplo, la reducción del área y el volumen del agua implica un mayor calentamiento y una mayor concentración de solutos, mientras que el aumento pronunciado del área se traduce en una mayor tasa de evaporación.

Con respecto a los cambios bióticos que la geomorfología y el régimen hídrico pueden gobernar, se encuentran:

a) la densidad ecológica de la biota acuática.- Ejemplo de ello se presenta en las densidades de la ictiofauna y el plancton.

b) la selectividad respecto a la biota riparia.- Los organismos que habitan las riberas del balsón tienen que poseer adaptaciones específicas para superar los cambios que se presentan temporalmente en la franja comprendida entre la línea de costa de temporadas estivales y la línea de costa de la temporada lluviosa.

c) las diferencias temporales y espaciales que muestra la riqueza y abundancia de especies del cuerpo de agua.

Sucesión y evolución

Sin duda uno de los ecosistemas de mayor interés para el estudio del proceso de sucesión biótica lo constituye una laguna periférica, pues en este tipo de ambientes se presentan cambios geomórficos e hidrológicos que repercuten en el establecimiento futuro de la biota. En un río, por ejemplo, es típica la riqueza y abundancia de especies de bacilariofíceas, las cuales son fundamentalmente diatomeas centrales planctónicas. (Payne, 1986). Por otra parte, la diversidad de especies de protistos y plantas perifíticas y bentónicas son relativamente escasas en un río, debido a que la corriente evita o aminora la fijación y permanencia de muchas de las especies que en los ambientes lénticos habitan sobre sustratos naturales o en sedimentos. Sin embargo, no hay que olvidar que esto se cumple para tramos relativamente cortos, pues visto en conjunto, un río ofrece muchas posibilidades de hábitats en todo su trayecto.

Como se dijo antes, el proceso de sucesión que se dá de ambiente lótico a ambiente léntico, representa una de las características ecológicas más importante de estos ecosistemas. Las plantas que crecen a orillas de los ríos, es decir la vegetación riparia, tienen adaptaciones especiales para el desarrollo en condiciones de alta humedad o de saturación temporal. Ello significa que el reencauzamiento de un río está precedido de la colonización de plantas que tienen mejor éxito que otras que no se adaptan a las condiciones de saturación o inundación que son típicas de las cuencas fluviales. Por otra parte, las lagunas periféricas que se forman al ocurrir el reencauzamiento fluvial, muestran el patrón típico de la vegetación riparia, al menos en las primeras etapas de formación de estas lagunas. Una hipótesis interesante al respecto es acerca de la utilidad que puede tener este hecho como indicador cualitativo de la evolución de dichos ecosistemas, pues es posible

que conforme pase el tiempo y cambien las condiciones generales de la laguna, de igual manera cambien los patrones originales de la vegetación riparia. En Tabasco, muchos balsones poseen vegetación riparia consistente en pequeños bosques medianos o bajos perennifolios donde las especies adaptadas a inundaciones periódicas son las dominantes.

La laguna El Balsón

En la zona suroeste del municipio de Macuspana se localiza la cuenca del río Puxcatán, el cual nace en el estado de Chiapas, en un sitio denominado Llanos de Bulují, perteneciente al municipio de Simojovel (del Aguila, 1945). A lo largo de su trayecto este río ha producido varias lagunas periféricas, entre las que se encuentra la denominada localmente El Balsón, la cual está ubicada en las coordenadas 17° 40´ 40´´ de latitud norte y 92° 36´ 45´´ de longitud oeste, a una altitud de 10 m (INEGI, 1994). Por su origen fluvial, este cuerpo de agua ha conservado la forma alargada y curveada, típica de un meandro de río, aunque en la parte media de la ribera oriental se presentan otros canales generalmente secos que probablemente sean remanentes del cauce antiguo del río. (Figura 1).

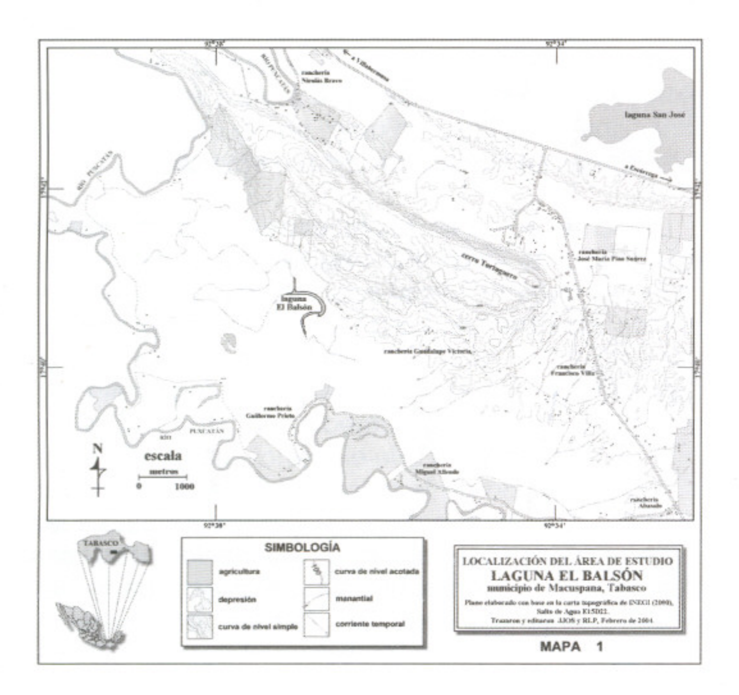


Figura 1. Ubicación de la laguna El Balsón.

El área superficial aproximado de la laguna El Balsón en tiempo de estiaje es de 6.3 ha , cambiando a 9.2 ha en temporada de lluvias (Magaña, 2004). El clima es de tipo tropical cálido húmedo, **Af(m) w" (i) g**, con una temperatura media anual de 26.4° C y una precipitación anual de 2,244 mm (García, 1973). Se encuentra entre la llanura aluvial y la zona cárstica. Geoformas coincidentes con las curvas de nivel de 0-20 metros y de 20-245 m, respectivamente.

Aunque la laguna El Balsón se encuentra ubicada en la planicie meridional de la zona del cerro Tortuguero, la cual pertenece a terrenos de origen reciente, a poca distancia se alza el flanco sur del mencionado cerro, que consta de una formación de calizas de color blanco o crema, generalmente muy fosilíferas, que desde el punto de vista geológico es importante como aportadora de materiales a la cuenca debido a su cercanía, pues en algunos sitios las unidades litológicas llegan a estar superficialmente a menos de 50 metros del cuerpo de agua. En las proximidades del área también aflora una formación de lutitas del período Eoceno, a la que se da el nombre de Chinal (Salas y López-Ramos, 1951; Contreras, 1958).

Los suelos de la pequeña planicie aluvial en que se encuentra ubicada la laguna El Balsón son vertisoles peliéutricos y asociación de leptosoles réndzicos más vertisoles éutricos, con alta calidad para cultivos agrícolas (SEDESPA, 1997).

En los alrededores de la laguna existen los siguientes tipos de vegetación (Figura 2):

a) **Pastizal**.- Dominante en la parte sur y occidental del área, constando de especies de *Andropogon*, *Paspalum* y *Panicum*, aunque la presencia de algunos árboles aislados de *Tabebuia rosea*, *Haematoxylon campechianum*, *Gliricidia sepium*, *Coccoloba barbadensis*, etc., definen mejor a este tipo de vegetación como sabana.

b) **Vegetación secundaria (Acahual)**.- Remanentes que corresponden a la zona cerro Tortuguero de selva alta perennifolia. Entre las especies que aún subsisten especies como *Terminalia amazonia*, *Cochlospermum vitifolium*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba* y *Ceiba pentandra*.

C) **Bosque medio caducifolio de Macuilís**.- En la relativamente pequeña planicie aluvial cercana a la margen occidental de la laguna existe un bosque de macuilís (*Tabebuia rosea*), el cual por sus

características fisiográficas parece ser de origen antrópico, a pesar de que los propietarios de los terrenos mencionan que es de origen natural.

d) **Bosque espinoso perennifolio de Tinto**.- Bosque más pequeño que el anterior, aparentemente surgido naturalmente, de Tinto (*Haematoxylon campechianum*).

e) **Vegetación riparia**.- Aunque esta vegetación se encuentra distribuída principalmente a lo largo de las márgenes del río Puxcatán, es importante como asociación y se localiza a lo largo del litoral de la laguna El Balsón de origen fluvial. Las especies más comunes son *Pachira aquatica, Lonchocarpus hondurensis*, *Cupania dentata*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga vera*, *Acacia cornigera*, *Bactris baculifera*.

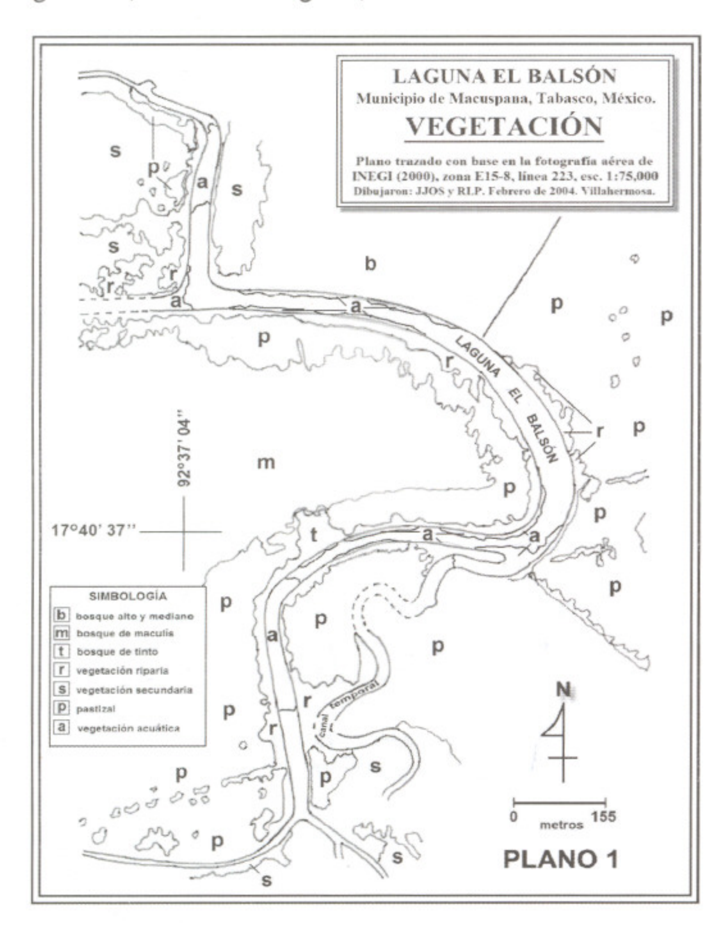


Figura 2. Tipos de vegetación presentes alrededor de la laguna.

f) **Vegetación acuática (Jacintal)**.- Aunque es especialmente abundante hacia el oeste del área, esta asociación está integrada casi únicamente por *Eichhornia crassipes*, especie que se ha convertido en dominante a partir de la última década.

g) **Bosque mediano perennifolio (de Nudillo)**.- Es el tipo de vegetación de mayor diversidad en el área, a pesar de que consiste en pequeños manchones localizados en la ribera oriental de la laguna. Se caracteriza por la dominancia de Nudillo (*Faramea occidentalis*), una especie de baja altura, pero que cohabita con especies de mayores dimensiones como son *Lonchocarpus* sp., *Psychotria* sp., *Ficus* sp., *Alibertia edulis* (Bote, 2004).

h) **Bosque bajo perennifolio inundable**.- Localizado hacia la parte media de la ribera oriental de la laguna, este tipo de vegetación se desarrolla en terrenos inundables que definen la estructura y dinámica vegetal, en la que dominan *Pachira aquatica*, *Ficus* sp., *Bactris baculifera*.

El relativo aislamiento de esta zona permite la existencia de algunas especies animales que han sido extinguidos en otras partes de Tabasco, como son *Alouatta pigra*, *Felis weiddi*, *Philander oppossum*, *Dasyprocta punctata*, *Sciurus aureogaster*, *Tamandua tetradactyla*, *Tayra barbara*, *Potos flavus*, *Lutra longicaudis*, *Ardea herodias*, *Butorides virescens*, *Jacana spinosa*, *Egretta thula*, *Ceryle torquata*, *Cyanocorax olivaceus*, *Mycteria americana*, *Dendrocygna autumnalis*, *Trachemys scripta*, *Kinosternon leucostomum, Claudius angustatus*, *Crocodylus moreletti*, *Bothrox asper*, *Iguana iguana*, *Basiliscus vittatus*, *Bufo marinus*, *Petenia splendida*, *Cichlasoma urophthalmus*, *Cichlasoma synspilum*, *Cichlasoma motaguense*, *Astyanax aeneus* y *Rhamdia guatemalensis*.

Aspectos ecológicos de la laguna El Balsón

Interacción biota acuática-plantas riparias

Uno de los aspectos ecológicos más importantes detectados en este cuerpo de agua es la transformación cíclica que experimentan las aguas desde el punto de vista trófico. Debido a que esta laguna sigue manteniendo canales o depresiones que comunican otros cuerpos de agua con él en temporadas lluviosas, cada año las inundaciones producen un aumento de área y volumen considerablemente grande (aproximadamente el 47 % de superficie y el 240 % de volumen, Magaña 2004), lo cual tiene repercusiones ecológicas determinantes para la biota acuática. Con las crecientes, muchas zonas que durante el período estival habían sido

ocupadas por diferentes especies de plantas, se ven inundadas por las aguas, con lo cual se produce una acentuada descomposición orgánica que enriquece con nutrientes al cuerpo de agua principal. La disponibilidad de nutrientes ocasiona un aumento de las poblaciones de bacterias y hongos, que a su vez son alimentos para grupos de protozoarios, rotíferos, microcrustáceos, etc. (Osorio y López, 2004). De esta manera, la inundación y la descomposición orgánica desencadenan aumentos poblacionales de muchas especies, incluyendo algunas cuyos organismos habían permanecido en vida latente durante las temporadas de estiaje o de condiciones más severas. Sin embargo, mucho más importante que la sola producción de nutrientes por descomposición vegetal, es la característica de inestabilidad ambiental producida a lo largo del año por la alternancia del período estival y lluvioso, pues ello determina la formación temporal de nichos que pueden ser ocupados por las diferentes especies acuáticas. En otras palabras, la inestabilidad limnética ocasionada por los cambios en el volumen y el caudal de la laguna, impide que una o pocas especies se vean beneficiadas por una relativa estabilidad del habitat, y en cambio, se otorgan oportunidades a diferentes especies que pueden explotar los diversos nichos creados con las transformaciones hidrolacustres y trofolacustres.

Es bien conocido que en un medio con buen suministro de nutrientes, en el que se introducen dos especies con necesidades fisiológicas parecidas, se presenta una alta competencia por el recurso, con resultados de desaparición de una de las especies. Sin embargo, en esas mismas condiciones, cambios determinados que impliquen la formación de un nicho adicional puede permitir la coexistencia de ambas especies (Odum, 1972). Para el caso del plancton, Hutchinson (1961) menciona la denominada paradoja del plancton, que ha llevado a un extenso análisis de los factores involucrados en la densidad de especies planctónicas. Es posible que la teoría de competencia por recursos adquiera, en el caso de la laguna El Balsón, la modalidad de que los cambios de condiciones hídricas lleven a establecer un juego de limitación temporal de recursos, con la posibilidad de que se regulen de esta manera las poblaciones que en condiciones más estables habrían de crecer y dominar los recursos en relación con otras especies "menos afortunadas" (en realidad con menores adaptaciones para la explotación de recursos o para soportar la dominancia de una determinada especie).

Por otra parte, no debe olvidarse que el ciclo de inundación también implica la posibilidad de que ciertos restos de las plantas riparias degradadas en el proceso, puedan actuar como biocidas o como inhibidores del crecimiento de algunos organismos acuáticos. Es bien conocido el hecho de que plantas como el barbasco (*Dioscorea composita*), son utilizadas por los pescadores locales para ocasionar la muerte de peces de importancia comercial, lo cual sugiere la hipótesis de que accidentalmente plantas semejantes sean degradadas en temporadas de inundaciones, ocasionando similares consecuencias en determinados grupos de la biota acuática. De igual manera, es de llamar la atención que una de las especies de árboles riparios dominantes en la laguna estudiada, el gusano de río, *Lonchocarpus hondurensis*, reconocido por su alto contenido de rotenona (un componente bioquímico utilizado como insecticida), produzca una proporción importante de la materia orgánica recibida por el cuerpo de agua, lo cual pudiera afectar la tasa de crecimiento poblacional del plancton local, como ha sido demostrado en lagunas de los Estados Unidos (Hoffman y Olive, 1961).

Como se ha mencionado en este estudio, diversos procesos de colonización y sucesión bióticas tienen lugar en las riberas de El Balsón, los cuales son también comunes para otros balsones tabasqueños. Uno de los casos más interesantes de cambio cíclico vegetacional es la que se presenta en los litorales de la laguna, que actúan como zonas de transición entre la línea de costa de la época de estiaje y la línea de costa de la época lluviosa. En tiempos de secas, la franja costera es colonizada por algunas hierbas anatómica y fisiológicamente adaptadas a los cambios de nivel del agua que se presentan a lo largo del año. Una de estas especies es *Solanum campechiense*, una hierba oportunista de cerca de 50 cm de altura, cuyos tallos y hojas presentan una gran cantidad de espinas que las hacen poco apetecibles para los herbívoros, lo cual le permite extenderse en la franja costera en un amplio espacio. Su período de fructificación ocurre justo antes de la época de crecientes, produciéndose frutos que no sólo son resistentes a la acción de las aguas, sino que pueden dispersarse por medio de éstas.

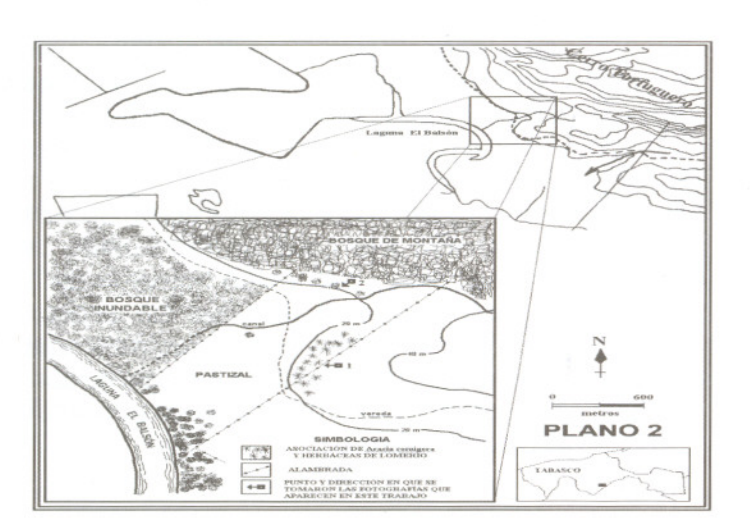
INTERACCIÓN HOMBRE-VEGETACIÓN RIPARIA

Como en otras lagunas periféricas, la vegetación riparia de la laguna El Balsón consiste en áreas de pastizales y en pequeños bosques inundables. Mientras que casi toda la ribera occidental de este

cuerpo de agua ha sido deforestada, al grado de que unos pocos árboles son los que forman la vegetación riparia de esa margen, en la ribera oriental se presentan dos bosques relativamente pequeños. El más conservado es el que se localiza hacia el norte del cuerpo de agua, prolongándose en una estrecha franja hasta el cerro Tortuguero, mientras que hacia el sur el bosque es mucho más pequeño y muestra serias alteraciones debido a deforestación con fines ganaderos, lo cual ha ocasionado la extensión adyacente de pastizales. En algunos tramos de la ribera oriental, especies como *Inga vera*, *Pachira aquatica* y *Lonchocarpus hondurensis*, especialmente adaptadas a las inundaciones, llegan a ser las dominantes. Precisamente en la parte media de esa ribera, son fácilmente apreciables los cambios que ha experimentado la zona en los últimos años, pues parte del bosque mayor ha sido sustituído por un pastizal con fines ganaderos. Este pastizal se extiende desde la margen oriental de la laguna hasta el cerro Tortuguero, es decir en una anchura de unos 400 metros (Figura 3).

Como se aprecia en la figura 3 y en las fotografías 1 y 2, las zonas pueden ser perfectamente diferenciadas desde el punto de vista fisionómico y consisten en 1) el bosque inundable; 2) el pastizal de origen antrópico; 3) el bosque de montaña; 4) la zona de herbáceas secundarias. Las dos primeras zonas poseen suelos aluviales altamente fértiles, mientras que las dos últimas tienen suelos calcáreos, donde la roca madre alcanza a aflorar en tramos extensos.

Figura 3. Regionalización de las zonas cercanas a la laguna.





Fotografía 1



Fotografía 2

La importancia de la intervención humana en la constitución de esta zonación se evidencia en la frontera del bosque y el pastizal, cuyo límite lo representa una alambrada que define las propiedades, pero también se presenta en el bosque de montaña, donde incendios ocurridos 2 o 3 años atrás han ocasionado la destrucción de especies primarias y la aparición de especies secundarias entre las que se encuentran *Cecropia obtusifolia*, *Ficus* sp. y *Heliconia lathispatha*. Actualmente se puede tener una idea de las características de ese antiguo bosque si se consideran los rasgos del bosque aledaño al pastizal y los cambios espaciales y temporales que se presentan en esta área. La fuente de germoplasma en la actualidad es el bosque que crece en los riscos de esta parte del cerro Tortuguero, donde pueden encontrarse especies como *Bursera simaruba*, *Cochlospermum vitifolium*, *Tabernaemontana* sp.

Son importantes las interrelaciones que existen entre diferentes especies propias del bosque inundable, donde pueden encontrarse abundantes agujeros en los que habitan acociles (*Procambarus* sp.) que posiblemente sean consumidores importantes dentro de este bosque. Asimismo, no es raro encontrar algunos quelonios como *Kinosternon leucostomum*, otro depredador de hábitos omnivoros que forma parte de la red trófica local. Poco antes de la temporada de lluvias, los árboles de *Pachira aquatica* son capaces de liberar grandes cantidades de semillas que en parte son depredadas por animales y otras que son dispersadas por las inundaciones hasta puntos ubicados tierra adentro. Estas semillas germinan y forman pequeños manchones de árboles que se adaptan perfectamente a las nuevas condiciones.

Adaptaciones del plancton a los cambios estacionales del caudal de la laguna El Balsón

Una de las características hidrológicas más importantes de la laguna es la concerniente al caudal de dicho cuerpo de agua, que en tiempo de secas llega a ser de 1.68 m^3/seg en promedio, mientras que en temporadas de lluvia se incrementa a valores cercanos a los 11.99 m^3/seg (Magaña, 2004), lo cual impone ciertas condiciones para la biota local. La turbulencia formada en temporadas lluviosas ocasiona el desplazamiento de organismos propios del bentos y perifiton hacia la masa de agua, para enriquecer la diversidad de especies del plancton. En este sentido, la laguna El Balsón actúa a lo largo del año como un doble ecosistema: léntico en temporadas estivales, y lótico en temporadas lluviosas. Por otra parte, como la dirección de la corriente, -y por tanto de la turbulencia- muestra un eje principal en dirección paralela a la longitud máxima total, la distribución de densidad de la comunidad planctónica muestra un patrón concordante, a pesar de que en temporadas de lluvia se da también una extensión hídrica en sentido transversal y semitransversal (que sin embargo es más lenta que la provocada longitudinalmente).

El proceso cíclico de incremento de la diversidad de especies planctónicas en temporadas de mayor turbulencia hídrica (temporadas lluviosas y post-lluviosas) tiene que ser entendido como una serie de procesos adaptativos de las diferentes especies involucradas, así como por la serie de ventajas que ofrecen los cambios de caudal, a saber:

a) Incremento de los nutrientes minerales y orgánicos;
b) Distribución efectiva de dichos nutrientes;
c) Posibilidad de dispersión más amplia para los organismos de las diferentes comunidades acuáticas;
d) Ampliación de nichos por incremento de áreas y volúmenes habitables y colonizables.

Como hipótesis básica de este análisis puede proponerse un incremento cíclico de la diversidad de especies fitoplanctónicas en momentos posteriores a los aumentos de niveles del agua, ocasionados por aumentos de caudal, que remueven (y ponen a disposición de los organismos) los nutrientes minerales y orgánicos alóctonos y autóctonos. Sin embargo, este aprovechamiento de nutrientes por parte de los organismos planctónicos parece encontrarse ligeramente desfasado del régimen de inundación, en tanto que se requieren condiciones mínimas de estabilidad hídrica, térmica y trófica. Posiblemente, la tasa fotosintética y reproductiva de los fitoplanctontes sea mayor en temporadas inmediatamente posteriores a las inundaciones y en momentos de disponibilidad adecuada de energía solar, lo cual significa que los parámetros fisicoquímicos relacionados con estos procesos se vuelven claves en dichas temporadas (Osorio y López, 2005).

De especial importancia en el análisis de las causas de la diversidad espacial y temporal de las especies fitoplanctónicas es el conocimiento de los efectos de la turbulencia por afluencia desde canales tributarios, y de otros factores (viento, tránsito de animales y actividades humanas). Algunos autores han considerado que la turbulencia crea una repartición homogénea del fitoplancton en el medio lacustre, de manera que este factor ocasiona que el incremento del tamaño de la muestra se exprese en un patrón homogéneo y estable de la diversidad de especies (Margalef, 1983); al contrario, la estabilidad hídrica en el medio hace posible que las poblaciones fitoplanctónicas puedan arreglarse heterogéneamente y ello conlleva a que el aumento de tamaño de la muestra signifique un incremento de presencia de especies, lo cual es un aumento de la diversidad dependiente de la amplitud del espacio muestreado. Es decir, el problema del arreglo espacial de las poblaciones (aleatorio, uniforme o acumulado) repercute en la determinación de la diversidad cuando varía el tamaño de la muestra.

Literatura citada

Bonetto C. A., Zalocar y H. G. Lancelle, 1984. A limnological study of an oxbow-lake covered by *Eichhornia crassipes* in the Paraná River. ***Verh**. **Internat**. **Verein**. **Limnol***., 22: 1315-1318.

Bote Sánchez, M. del S., 2004. **Análisis comparativo de dos índices de calidad riparia en una laguna de origen fluvial del Estado de Tabasco**. Tesis Lic. en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab. 85 págs. + anexos.

Contreras V., H., 1958. Resumen de la geología de la parte media del estado de Tabasco y del norte del Estado de Chiapas. ***Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol.,*** X(3-4): 103-210.

Del Aguila B., 1945. **Tabasco: El medio físico**. Contribución de Tabasco a la Cultura Nacional. 5. Gobierno Constitucional de Tabasco. México. 77 págs.

García E., 1973. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen**. 2a. ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 págs.

Hoffman D. A. y J. R. Olive, 1961. The effects of rotenone and toxaphene upon plankton of two Colorado Reservoirs. ***Limnol. and Oceanog.,*** 6(2): 219 222.

Hutchinson G. E., 1961. The paradox of the plankton. ***Amer. Nat.,*** 95: 137-147.

INEGI, 1994. **Carta topográfica Salto de Agua** E15D22. Escala 1: 50,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags.

Joo G. J. y A. K. Ward, 1990 Morphometric characterization of oxbow lakes along the Black Warrior River, Southeastern United States. ***Verh**. **Internat**. **Verein**. **Limnol***., 24: 524-531

Larson D. W., U. Matthes y P. E. Kelly, 1999. Cliffs as natural Refuges. ***Am. Scient.,*** 87: 410-417.

Leopold L. B. y W. B. Langbein, 1966. River meanders. ***Sci. Amer***., 214 (6): 60-70.

Magaña García J. A., 2004. **Modelo para la predicción del caudal ecológico de la laguna El Balsón, Macuspana, Tabasco**. Tesis Lic. en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab. 90 págs. + anexos.

Margalef R., 1983. **Limnología**. Ediciones Omega. Barcelona. XIV + 1010 págs.

Odum E. P., 1972. **Ecología**. 3a ed. Nueva Editorial Interamericana. México. xvi+639.

Osorio Sánchez J. J. y R. López Pérez, 2005. **Diversidad y distribución del fitoplancton de la laguna El Balsón, Tabasco, México**. Tesis Lic. en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab.

Payne A. I., 1986. **The Ecology of Tropical Lakes and Rivers**. John Wiley and Sons. Chichester. viii + 301 págs.

Phillips K. Davis, 1996. **Oxbow Lakes among World´s most productive aquatic systems**. http://twri.tamu.edu.

Salas G. P. y E. López-Ramos, 1951. Geología y tectónica de la Región de Macuspana, Tabasco y parte norte de Chiapas. ***Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol.,*** III(1-2): 3-56. 7 láms.

Santamaria F. J., 1921. **El Provincialismo tabasqueño**. Tomo I. A-B-C. Editorial Andrés Botas e Hijo. México. 436 págs.

Santamaria F. J., 1978. **Diccionario de Mejicanismos**. 3a. ed. Editorial Porrúa. México. xxiv + 1207 págs.

SEDESPA, 1997. **Carta geográfica Municipio de Macuspana**. Dirección de Planeación. Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tab.

Teter D. y D. McNeely, 1995. Abundance and diversity of aquatic birds on two South Texas oxbow lakes. ***Texas Jour. Sci.,*** Feb. 1995, pp. 62-68.

West R. C.; N. P. Psuty y B. G. Thom, 1985. **Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México**. 2a. ed.

Biblioteca Básica Tabasqueña. Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tab. 409 págs.

Winemiller K. O., S. Tarim, D. Shormann y J. B. Cotner, 2000. Spatial variation in fish assemblages of Brazos River oxbow lakes. ***Trans. Am. Fish. Biol.,*** 129: 451-468.

OSORIO SÁNCHEZ, J. J. ET AL., 2005. Los Balsones de Tabasco. Ecosistemas acuáticos inexplorados. ***Kuxulkab´ Rev. Divulg. Div. Acad. Cienc. Biol.***, XI(21): 45-54.